

Devon | Karbon | Perm | Trias | Jura | Kreide | Tertiär | Ordnungen: | Unterklassen:

Palaeo-dictyoptera: *Protolocustidae*, *Oryctoblattidae*, *Blattidae*, *Dictyoneuridae*, *Protodonata*, *Protephemeridae*, *? Platypteridae*, *? Megasecopteridae*, *Breyeriidae*, *Eugereon*

Chresmoda

Ordnungen → Unterklassen:

- *Thysanoptera*, *Orthoptera*, *Diploglossata*, *Dermaptera*, *Phasmoidea* → *Orthopteroidea*
- *Mantoidea*, *Blattoidea*, *Isoptera*, *Corrodentia*, *Mallophaga*, *Siphunculata* → *Blattaeformia*
- *Hymenoptera* → *Hymenopteroidea*
- *Coleoptera*, *Strepsiptera* → *Coleopteroidea*
- *Embidaria* → *Embioidea*
- *Perlaria* → *Perloidea*
- *Odonata* → *Libelluloidea*
- *Plectoptera* → *Ephemeroidea*
- *Megaloptera*, *Raphidioidea*, *Neuroptera* → *Neuropteroidea*
- *Phryganoidea*, *Lepidoptera*, *Panorpata*, *Suctoria*, *Diptera* → *Panorpoidea*
- *Hemiptera*, *Homoptera* → *Hemipteroidea*



Der meteorische Eukrit von Peramiho

von

Friedrich Berwerth.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. Oktober 1903.)

Die aus wenigen Fällen gebildete Gruppe der meteorischen Eukrite erhält durch den Stein von Peramiho einen erwünschten Zuwachs. Das einzige bisher aufgefundene Exemplar des Steinfalles gelangte durch Dekan A. v. Hörmann, in den Besitz der Meteoritensammlung im naturhistorischen Hofmuseum. Die Entschließung v. Hörmann's, den Stein der Wiener Meteoritensammlung zu überlassen, wo er der Untersuchung und der Wissenschaft allgemein zugänglich geworden ist, macht es mir zur angenehmen Pflicht, demselben für diese wertvolle Bereicherung unserer Sammlung auch an dieser Stelle den allerherzlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

v. Hörmann hatte den Stein von dem Superior der Benediktinermission in Peramiho, P. Cassian Spieß, erhalten. Der Meteoritenfall wurde beobachtet und hat sich den 24. Oktober 1899, 7 Uhr morgens in nordwestlicher Richtung und 3 Stunden weit von der Missionsstation Peramiho (zirka 10° 30′ südlicher Breite und 35° 30′ östlicher Länge von Greenwich) im Gebiete von Ungoni, Bezirk Songea, Deutsch-Ostafrika ereignet. Eine kurze Mitteilung über das Ereignis enthält die illustrierte Missionsjugendschrift »Das Heidenkind«

(Nr. 8, 13. Jahrgang, 1900), die ich dem freundlichen Entgegenkommen von P. Cassian Spieß, seither katholischer Bischof von Deutsch-Ostafrika, verdanke. Es heißt dort auf p. 94, daß P. Cassian aus Peramiho folgendes Interessantes schreibt:

»Es war am 2. November, 7 Uhr früh,[1] als bei heiterem Himmel in nordwestlicher Richtung ein donner- oder kanonenähnlicher Knall ertönte, dem in immer rascherer Folge ein zweiter, dritter... zehnter Schlag nachfolgte, bis das immer schneller werdende Dröhnen in eine regelrechte Kanonade überzugehen schien, um plötzlich wieder zu enden. Da nun aber in jener Gegend kein Feind stehen konnte und es überhaupt in ganz Ungoni keine Kanone gibt, waren wir lange ratlos ob der ungewohnten Naturerscheinung und konnten auch den verwundert fragenden Schwarzen keinen sicheren Aufschluß geben; wir selbst dachten an einen vulkanischen Ausbruch. Nach wenigen Tagen hörten wir von Schwarzen das Gerücht, es seien in jener Richtung, 3 Stunden von Peramiho entfernt, Steine vom Himmel gefallen, und in der Tat brachte man mir einen kinderfaustgroßen Stein, den der Überbringer auf einem Acker gefunden hatte und der seinem Äußern nach sehr wohl ein Meteor sein kann. Eine kleine Bruchfläche sah aus wie Gneis, während die übrige Außenseite glänzend schwarz war, was fast nur aus dem flüssig heißen Zustande des Gesteines zu erklären ist. Mehr als dies eine Stück ist bis jetzt leider nicht gefunden worden.«

Der Meteoritenfall hat sich nach dieser Mitteilung unter Auftreten der bekannten gewöhnlichen Licht- und Schallerscheinungen abgewickelt und nach der stattgefundenen »Kanonade« dürften auch diesmal, wie anderwärts, eine große Zahl von Steinen gefallen sein, deren Auffinden, wie mir

---

[1] Da die Zeitangabe im »Heidenkind« mit der Angabe auf dem Begleitzettel des Steines nicht übereinstimmt, befrug ich P. Cassian Spieß über diesen Widerspruch und erhielt von ihm die freundlichst gegebene Aufklärung, daß der 24. Oktober 1899 die richtige Fallzeit des Steines sei und diese Angabe der von ihm geführten Peramiho-Chronik entnommen sei. Er bemerkt noch dazu, daß die falsche Zeitangabe »2. November 1900« sich auf eine ihm unaufgeklärte Weise in das »Heidenkind« eingeschlichen habe.

P. Cassian berichtet, in der afrikanischen Steppe mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist.

Der vorhandene Stein ist kinderfaustgroß und wog ursprünglich 165 *g*. Nach der Entnahme von Untersuchungsmaterial wiegt er jetzt 150 *g*. Die Gestalt des Steines ist knollig. In seiner Form und seinem Aussehen an der Oberfläche zeigt er viel Übereinstimmung mit den Steinen von Stannern. Auf Taf. I ist seine Gestalt von vier Seiten dargestellt. Die Bilder bringen deutlich zum Ausdruck, daß der Stein nach den Oberflächenerscheinungen in zwei Hälften zerfällt. Die eine Hälfte (Bild *a*) zeigt infolge starker Abschmelzung eine mehr glatte Oberfläche und gehört der Vorderseite oder Brustseite des Steines an, während die andere Hälfte (Bild *b*) eine unebene und mehr schollige Oberfläche trägt; sie entspricht der Rücken- oder Dorsalseite des Steines. Die verschiedene Ausbildung der Vorder- und Rückenfläche bringen die beiden Profilzeichnungen des Steines (Bilder *c* und *d*) deutlich zur Ansicht. Gegenüber der Vorderseite, die sich durch eine glatte, netzige Verteilung der Schmelzrinde und einen kantigen Buckel kennzeichnet, ist die schollige Rückenfläche eine sekundäre Fläche, das ist eine frische Bruchfläche, die durch Zerteilung oder vielleicht nur stärkere Abbröckelung des Steines in einem späten Stadium der atmosphärischen Flugbahn entstanden ist, dabei aber noch genügend Zeit gefunden hat, sich neuerlich und vollständig mit Schmelzrinde zu überziehen.

Die Berindung des Steines besteht aus einer schwarzen, leicht geflossenen, glänzenden und stellenweise bis zur Verglasung gediehenen Schmelze. Auf der Brustseite ist selbe von dem die Mitte der Fläche einnehmenden stumpfkantigen Buckel nach den Rändern abgeflossen. Am Buckel selbst ist die Rinde sehr dünn, verdickt sich gegen die Ränder, zieht sich zu glasigen Wülsten zusammen, die wieder untereinander in Verbindung treten und die ganze Fläche netzartig überziehen. Eine Verschlackung des Schmelzproduktes ist nur in Spuren vorhanden. Auf der Grenzscheide zwischen Vorder- und Rückenseite hat sich die alte Rinde der Vorderfläche durch neuen Zufluß an Schmelze über die sekundäre Rückenfläche in

einem schmalen Wulste dachförmig überhangend vorgebaut. Wegen der verhältnismäßig leichten Schmelzbarkeit der Steinmasse ist es auch auf der Rückenfläche zur vollständigen Neuberindung der in unserer Atmosphäre entstandenen Bruchfläche gekommen. Die Ausgleichung der Unebenheiten, das Verschwinden der Kanten und Mulden wurde aber nicht mehr erreicht und die Fläche hat ihren beim Abbruch entstandenen ursprünglichen scholligen Zustand behalten. Wie es bei Schmelzungen an festen Körpern gewöhnlich zu geschehen pflegt, sehen wir auch hier die Kanten immer zuerst der Schmelzung verfallen, während in den Mulden kaum erst die Verschlackung begonnen hat.

Ihren starken Glanz verdankt die Rinde der raschen Verglasung der Schmelze, deren rasches Eintreten ihrerseits wieder auf der verhältnismäßig leichten Schmelzbarkeit der beiden Hauptgemengteile, des Anorthit und Pyroxens, beruht. Die Eukrite unterscheiden sich darum durch ihre glänzenden, glasigen Rinden auch äußerlich von fast allen übrigen Meteorsteinen, die zufolge der schwereren Schmelzbarkeit ihrer Bestandteile, des Broncits und Olivins, mehr schlackige und zugleich glanzlose Rinden tragen.

Kann man also schon aus dem Glanze des äußeren Gewandes im Steine von Peramiho einen Eukrit vermuten, so wird dies aus der Betrachtung der frischen Bruchfläche offenkundig.

Die frische unebene Bruchfläche zeigt ein feinkörniges Gemenge von weißem Anorthit und bräunlichgelbem Pyroxen, so daß die Steinmasse im allgemeinen hellfarbig aussieht mit einem vorwaltenden weißen Farbenton, der durch Vorhandensein ganz weißer Flecken und solcher von grauer Farbe und Mischzonen beider variiert wird. Das nur scheinbar homogene körnige Gefüge der Masse läßt sich bei schärferer Betrachtung mit der Lupe in mehrere Teile auseinandersondern, von denen die am reinsten weißen Teile jene Verbindungsart zwischen Anorthit und Pyroxen zeigen, wie man sie auch an irdischen Gesteinen findet und die als »ophitische Struktur« bekannt ist. Nebst der Zusammensetzung war auch dieser Umstand seinerzeit für Rose maßgebend, die meteorischen Eukrite mit

den irdischen Doleriten zu parallelisieren, von denen manche Vorkommnisse eben auch die ophitische Struktur besitzen.

In diesen ophitischen Eukritpartien besteht der Anorthit aus Krystalltafeln mit Leistenform auf den Querbrüchen ebenso wie in den ähnlich struierten irdischen Diabasen und Doleriten. Zweimal konnte auf Spaltflächen nach *P* (001) die feine Zwillingsriefung nach dem Albitgesetze beobachtet werden. Der Feldspat ist schneeweiß, es fehlt ihm fast aller Glanz, nur einzelne Partikel der Feldspatmasse leuchten glänzend aus der matt schimmernden Umgebung hervor. Die Einhüllung glänzender Feldspatpartikel von mattweißer Feldspatmasse ist die Folge einer durch hohen Druck herbeigeführten Zermalmung der Feldspatkrystalle und deren Aggregate. Die glasig glänzenden Feldspatkörnchen sind die der Zerquetschung entronnenen Krystallsplitter, während die mattschimmernden Teile einer durch Druck stark zermalmten Feldspatmasse entsprechen. Die gelben Pyroxenkörner der ophitischen Partien stecken in gleichmäßiger Verteilung zwischen den Feldspatkrystallen und Krystallformen sind an ihnen nicht aufzufinden. Der Glanz der Pyroxenkörner ist hervorstechend und reicht an Diamantglanz heran. Man kann bemerken, daß neben den hellen, gelben Pyroxenkörnern auch solche von mehr brauner Farbe auftreten. Sie finden sich vorwiegend in den Randzonen zu den grauen Gesteinspartien und dann in den grauen Zonen selbst. Diese abgedunkelten Pyroxenkörner, die dann auch gewöhnlich einen eigenen Oberflächenschmelz tragen, sind durch starke Erhitzung in ihrer Farbe verändert worden.

Neben den ophitisch gefügten, hellfarbigen Gesteinsabschnitten sind auf dem Bruche ferner ganz dunkel aschgraue Gesteinspartien zu unterscheiden. In diesen dunkelfarbigen Gesteinsstücken wird kaum eine Krystalltafel des Feldspat angetroffen, der Feldspat besteht hier aus eckigen Bruchstückchen, die samt den Pyroxenkörnern in eine geschwärzte Masse gebettet sind. Der Bruch der geschwärzten Grundmasse ist rauh und es zeigen sich darin Spuren netzigen Gefüges, aus dessen Maschen die Feldspat- und Pyroxenkörnchen öfter herausgefallen sind. Die Verwandtschaft dieser dunkelgefärbten Partien zu den Grundmassen von tuffigen,

chondritischen Meteorsteinen ist unverkennbar. Die mikroskopischen Beobachtungen werden es bestätigen, daß die geschwärzten Gesteinspartien Schmelzherden entsprechen, in denen ein Schmelzprodukt des Pyroxens vorzugsweise die Dunkelfärbung der davon betroffenen Gesteinszonen bewirkt. Die durch mattgraue Farbe gekennzeichneten Schmelzspuren verbreiten sich in Striemen und Flecken auf der ganzen Bruchfläche und verschleiern und verfärben das ursprünglich hellfarbige Gesteinsbild durch Einmischung grauer Farbentöne. Das Erscheinen der grauen, schleierartigen Massen findet gleichmäßig in den ophitisch struierten, wie auch in den trümmerigen Gesteinsabschnitten statt, doch sind die breccienartigen Teile viel tiefer und kräftiger von der grauen Verfärbung erfaßt.

Bei genauer Betrachtung der Bruchfläche gliedert sich also das scheinbar homogene Gestein in zweierlei Arten von Brocken, in solche mit ophitischer und in solche mit Breccienstruktur. Beide zeigen Spuren von strukturellen Veränderungen, die partienweise durch partielle Schmelzung der beiden Hauptgemengteile eingeleitet sind.

Die Abgrenzung zwischen den einzelnen Brocken ist manchmal deutlich, oft aber nicht festzustellen. Einige Erleichterung für deren Auffinden bieten die in der ganzen Steinmasse zahlreich auftretenden schwarzen Schmelzäderchen. Sie bilden mehrfach die Grenzscheide zwischen zwei Brocken. Aber nicht alle Adern sind Scheidewände von Brocken zweierlei Art, sie zerschneiden auch einen kompakten Brocken gleicher Art in mehrere Teile. Man kann bemerken, daß die Trennungsflächen der Brocken mehrfach geradlinig verlaufen oder nicht viel von einer geraden Linie abweichen, so daß eine eckig-kantige Form der Bruchstücke anzunehmen ist. Aus der Splitterform im großen und aus der Zusammensetzung der tuffigen Brocken aus Krystallstücken wird man zur Ansicht geleitet, daß der Stein von Peramiho wahrscheinlich eine Reibungsbreccie darstellt, die allerdings von ihrem echten Trümmercharakter vieles durch die allseits im Steine um sich greifende Schmelzung eingebüßt hat.

Die vielen schwarzen Schmelzadern, die in geraden und bogigen Linien die Steinmasse netzartig durchdringen, lassen

zur Oberflächenschmelze keine Beziehungen erkennen und ist die schwarze Füllmasse der Klüfte nicht auf eine Infiltration von außen zurückzuführen, wie oft angenommen wurde. In den Kernpartien des Steines sind die Adern gerade oft am kräftigsten entwickelt und wo sie sich der Oberfläche nähern, bleibt die Verbindung mit derselben aus oder die Kommunikation mit der Oberfläche ist eine derartige, daß ein Zuströmen der Schmelze von außen nach innen ausgeschlossen ist.

Die schwarze Ader ist einfach von der Oberfläche abgeschnitten und sie war schon vorhanden, bevor es zur Bildung der Schmelzrinde kam. Man muß sich auch gegenwärtig halten, daß die Abschmelzung der Oberfläche in dünnen Zonen vor sich geht und die neue Schmelze fortwährend abgeschleudert wird, ein Vorgang, bei dem niemals so viel Schmelzfluß vorrätig ist, um einen ganzen auch nur mittelgroßen Stein in seinem Inneren damit zu tränken.

Schließlich ist das mürbe Gefüge der Steinmasse als eine bemerkenswerte Eigenschaft anzuführen. Ein kleines Krümchen des Steines läßt sich ohne alle Anstrengung zwischen den Fingern zerbröseln. Die leichte Zerbröselung der Masse ist eine Folge starker Pressungen, denen sie ausgesetzt war. Rohe äußerliche Spuren des stattgefundenen Gebirgsdruckes zeigen sich in den zahlreichen Klüften, die sich auf dem Bruche kreuzen und zu ihrem größeren Teile mit schwarzer Schmelzmasse gefüllt sind. Die ausgiebigen Spuren starken Druckes in der Steinmasse wird uns auch der mikroskopische Befund bestätigen.

Mineralogische Zusammensetzung.

Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden als wesentliche Gemengteile Anorthit, monokliner und rhombischer Pyroxen gefunden, während Magnetkies und Magnetit in ganz untergeordneter Menge als Nebengemengteile erscheinen. Als integrierende Bestandteile der Steinmasse sind dann die glasigen Schmelzprodukte des Anorthits und der Pyroxene aufzuführen. In seinen wesentlichen Gemengteilen entspricht das Mineralgemenge der normalen Zusammensetzung eines Eukrits.

Anorthit. Entsprechend dem inhomogenen Gefüge der Steinmasse ist die Form des Anorthits eine verschiedene, je nachdem er als Bestandteil in massig gefügten, tuffigen oder deutlich geschmolzenen Gesteinspartien auftritt. Ganz von Krystallformen wohl begrenzte Anorthitdurchschnitte wurden nicht beobachtet. Seine vollkommenste Ausbildung erlangte er in den aus einem Magma direkt auskrystallisierten Gesteinsteilen. Er erscheint hier in Krystalltafeln nach *M* (010), an denen Durchschnitte parallel (001) und (100) die bekannte Feldspatleistenform liefern. Die Dicke der Tafeln geht über 1 *mm* nicht hinaus. In den tuffigen Gesteinspartien erscheint der Anorthit weniger in Gestalt eckig-kantiger Splitter von verschiedenem Umfange, viel häufiger in Form von Bruchstücken mit abgerundeten Konturen. Viele Anorthitindividuen des Tuffes sind allotriomorph und erhalten ihre Begrenzung von den Pyroxenen der Umgebung. In jüngeren Schmelzherden, wo Anorthit in größerem Umfange zur Schmelzung gelangte, krystallisierte er in Körnern mit buchtiger Verzahnung. Außerdem tritt der Anorthit auch in der Form von Anorthitglas auf, das kleine Risse, Spalten und Gesteinslücken ausfüllt. Das Glas ist nicht immer absolut isotrop, es polarisiert zuweilen in schwach blaugrauen Farben. Zu seiner Beobachtung sind stärkere Vergrößerungen anzuwenden. Von den ebenfalls farblosen Krystallmassen des Anorthits läßt sich der glasige Anorthit durch die schwächere Lichtbrechung unterscheiden.

Die Anorthite sind in allen Formen farblos durchsichtig. In den Krystallen und den Bruchstücken ist die Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz eine allgemeine Erscheinung. Die Zwillingstextur ist sehr verschieden. Die Lamellen sind ganz fein, dünn und ganz breit. Ganz gleiche Lamellen sind in einem Individuum selten vorhanden, meist besteht ein Wechsel zwischen verschieden dicken Lamellen. Nach dem Periklingesetz eingelagerte Lamellen sind eine regelmäßige Erscheinung. Gewöhnlich ist eine einzige breitere Lamelle seltener ein System ganz dünner Periklinlamellen vorhanden. Auf Schnitten parallel (100) sieht man die Periklinlamellen sich häufig verjüngen und auskeilen (Taf. II, Bild 5). Außerdem kann man sehr oft Doppelzwillinge nach dem Albit- und Karlsbader

Gesetze beobachten. Wahrscheinlich verbergen sich in einigen Zwillingsstöcken auch Zwillingsverwachsungen nach dem Bavenoergesetze, deren Orientierung bei der Feinheit der Lamellen jedoch unmöglich war.

Die genaue Bestimmung der Feldspate als Anorthit wurde aus der Messung der linearen Entfernung der beiden Achsenörter in benachbarten, nach dem Albitgesetze verzwillingten Lamellen gewonnen, unter Anwendung der von Becke eingeführten Methode mittels Camera lucida und drehbaren Zeichentisches.[1]

Der Abstand der Achsenpole wurde in Schnitten nahezu senkrecht der Vertikalachse wiederholt gleich 2·5 *mm* oder 2φ gleich 7·5° und somit $\varphi = 3^3/_4{}^\circ$ gefunden. Die Tracen der Achsenebenen beider Zwillingsindividuen kreuzen sich in dem zwischen der Achse *B* und der Mittellinie α liegenden Abschnitte. Das Resultat dieser Beobachtungen entspricht der Zusammensetzung eines Anorthit, dessen Mischungsverhältnis (An $88^0/_0$, Ab $12^0/_0$) an der Grenze gegen den Bytownit liegt. In Durchschnitten senkrecht zu (010) und (001) wurde die Auslöschungsschiefe a' gegen (010) im Mittel gleich 42° gefunden. Beide Beobachtungen bestätigen übereinstimmend, daß der Feldspat des Eukrits ein Anorthit ist.

Die Spaltbarkeit ist im allgemeinen selbst in den großen Individuen undeutlich entwickelt. Sie ist immer nur in sehr zarten Linien angedeutet und, wie es scheint, nach *M* immer deutlicher als nach *P* zu beobachten. Die feinen Spaltrisse sind kurz, absätzig und springen öfter aus der Richtung ab und verbinden sich miteinander.

Eine typische Erscheinung ist für die große Mehrzahl der Anorthitkrystalle der große Reichtum an Pyroxeneinschlüssen. Die Gestalt der Einschlüsse ist zweierlei Art. In ihrer Mehrheit bestehen sie aus runden oder ovalen Körnchen, die sich in ihren Dimensionen bis zu den feinsten Körnchen abstufen. Die zweite Form besteht aus kurzen, schmalen Stäbchen mit

---

[1] Ich fühle mich angenehm veranlaßt, Herrn Prof. Becke für die Einführung in den Gebrauch dieser und anderer von ihm festgestellten optischen Beobachtungsmethoden meinen herzlichsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

gewölbten Enden. In manchen Fällen sind die Stäbchen spitz pfriemenförmig ausgezogen und verdünnen sich oft bis zur Faser, während zuweilen auch lappige Formen zu beobachten sind. Sämtliche Pyroxeneinschlüsse sind farblos durchsichtig. Wegen ihrer stärkeren Lichtbrechung gegenüber dem Anorthit treten sie aus ihm als helle Punkte und Linien scharf hervor. Die Menge der Einschlüsse ist in den einzelnen Krystallen eine sehr ungleichmäßige. In ganz homogenen Krystallen fehlen sie oft vollständig oder erscheinen nur in einem dünnen Schwarm von wenigen Körnern. Gewöhnlich ist aber davon eine dichte Schaar in den Krystallen angesiedelt. In solchen Fällen sind sie so dicht angehäuft, daß die Feldspatmasse stark schwindet und an deren Stelle ein von den Einschlüssen ganz getrübter undurchsichtiger Anorthitdurchschnitt erscheint. Die beiden Hauptformen, Körner und Stäbchen, schließen sich gegenseitig nicht aus. In manchen Krystallen herrschen aber die Stäbchen oder Körner ausschließlich. In vielen Fällen entsprechen Körnerformen den Querschnitten von Stäbchen. Neben gerundeten Querschnitten wurden vereinzelt viereckige Schnitte mit den Winkeln des Augitquerschnittes erkannt. In der Verteilung der Einschlüsse in den einzelnen Krystallen ist zu bemerken, daß für deren Anordnung scheinbar keine bestimmte Regel besteht. Man sieht zwar die gleiche Anordnung in vielen Krystallen wiederkehren, ein für alle Fälle giltiges Ansiedlungsgesetz besteht aber nicht. Die Körnchen verraten eine starke Neigung, sich perlschnurartig anzuordnen und mit Vorliebe die Zwillingsgrenzen zu besetzen. Auch inmitten der Zwillingsblätter fehlen die Perlenschnüre nicht und sind sie dann ebenfalls parallel den Zwillingsgrenzen aufgereiht. Vereinzelt folgt die Aufreihung auch nach gebogenen Linien. In ihrer Überzahl durchschwärmen die Körnchen mehr oder weniger dicht gedrängt den ganzen Krystall. In anderen Krystallen sind sie partienweise zu streifigen oder wenn sie staubig fein sind, zu wolkigen Massen gehäuft. In manchen Beispielen wieder beobachtet man staubförmige Massen, die wie Nebelschweife in die sonst reine Krystallmasse hineinstrahlen. Eine besondere Aufmerksamkeit verlangt die randliche Verteilung der Einschlüsse. Öfters sieht man deren Masse an jenen Teilen des Krystalls

angesammelt, wo der Rand des Pyroxens seine Schärfe verloren hat und flackrig wird, während sie entlang der intakten, glatten Pyroxengrenze fehlen.

In vielen Krystallen überwiegen oder herrschen vollständig die stäbchenförmigen Pyroxeneinschlüsse. Man kann bemerken, daß ihre Lage fast durchwegs nach Krystallflächen des Anorthit orientiert ist. In Querschnitten zur Vertikalachse lagern die Stäbchen parallel zur Prismenfläche (110), wobei sie sich vorzugsweise mit dem einen schmalen Ende unter einem Winkel von 60° auf die Zwillingsgrenze stützen. Bei Wiederholung dieser Stellung in der Nachbarlamelle stoßen dann die Stäbchen an der Zwillingsnaht in einem Winkel von 120° zusammen. Orientieren sich mehrere oder viele Stäbchen längs der Zwillingsnaht, so gleicht das Ganze einer staketenartigen Anordnung (siehe Taf. II, Bild 6). Rücken die Stäbchen dicht aufeinander, wobei sie sich gewöhnlich bis zur Faser verdünnen, so haften sie wie kleine Fähnchen an der Zwillingsgrenze, ganz ähnlich wie eine Federfahne am Federkiele.

Wenn die Stäbchen isoliert und verstreut auftreten und nicht an den Rand der Lamellen gestellt sind, sieht man sehr häufig Stäbchen, die rechts und links der Zwillingsgrenze in beiden Lamellen aufsitzen. In manchen Durchschnitten sind die Stäbchen mit ihren Längskanten parallel der Randzone gegen *M* angeordnet. Wenn die Stäbchen und Körner gleichzeitig in dichten Haufen auftreten, so gewinnt ein solcher Anorthitschnitt das Ansehen, als wäre er mit einer Spreu vollgestopft.

Da viele Stäbchen trotz ihrer geringen Körperlichkeit mit Farben erster Ordnung polarisieren, darf man die Einschlüsse als monoklinen Pyroxen ausgeben.

Außer den Pyroxeneinschlüssen beherbergen manche Anorthite ein Heer von feinen, dunklen Punkten, die bei starker Vergrößerung bräunliches Licht durchlassen und Glaskörnchen sind. Pyroxene und Glasstaub werden zusammen nur ausnahmsweise angetroffen. In der Regel schließen sie sich gegenseitig aus.

Von Einschlüssen im Feldspat sind noch die hie und da auftretenden gelben, wolkigen Punkthaufen aufzuführen, die

sich bei starker Vergrößerung als braungefärbte Pyroxenkörnchen erkennen lassen. Einmal war es deutlich zu verfolgen, daß die Körnchen im Feldspat nach einer Kluftebene angeordnet waren.

Weiterhin nehmen unsere Aufmerksamkeit in Anspruch die kataklastischen Erscheinungen in den Anorthiten. Die vorhandenen Druckspuren liefern uns neben den nachweislichen Hitzeeinwirkungen in den Feldspaten wichtige dokumentarische Stützpunkte zur Aufklärung der Entwicklungsgeschichte des Steines. Als untrügliche Merkmale stattgefundener Pressungen im Steine müssen die Verwerfungen und Verbiegungen der Zwillingslamellen in den Anorthiten aufgeführt werden. Verwerfungen der Lamellen bilden in den polysynthetischen Zwillingsindividuen eine allgemeine Erscheinung. Am deutlichsten und auch am häufigsten sind die Zwillingsverschiebungen in den einschlußfreien Individuen vorhanden. Viel seltener, aber mit Sicherheit, lassen sich Verwerfungen auch in den pyroxenreichen Feldspaten nachweisen.

Außer den Lamellenverwerfungen finden sich in sämtlichen Anorthiten ganze Systeme von Sprüngen und Kluftnetzen, die ebenso wie die Lamellenverschiebungen im Gefolge gewaltsamer mechanischer Vorgänge auftreten. Eine absolute Unterscheidung mancher Druckspalten von der durch große Hitze veranlaßten Zerklüftung läßt sich nicht treffen.

Die sichere Erkennung, ob die Spalten auf mechanischem Wege oder durch pyrogenen Einfluß entstanden sind, wird hauptsächlich durch den Umstand erschwert, daß auch Druckspalten mit Anorthitglas gefüllt sind. In manchen Anorthiten erscheinen ganze Systeme kurzer, geschlängelter Spältchen, die untereinander parallel gestellt, also nach derselben Richtung gestreckt sind. In einem Anorthit waren diese Spältchen schief zu den Zwillingslamellen gestellt und so zahlreich, daß der Durchschnitt das Ansehen einer geschieferten Masse erhielt. In einem solchen Falle liegt zweifellos das Phänomen einseitigen Druckes vor. In größeren Anorthitinseln, die sich im polarisierten Lichte in mehrere Individuen trennen, läßt sich das Eintreten von Kataklase gut verfolgen. Allenthalben ist eine weitgehende starke Zerklüftung vorhanden. Neben den unregel-

mäßigen Sprungnetzen erscheinen auch hier in manchen Körnern Züge von kurzen, feinen Druckspältchen. Bei schiefer Beleuchtung erreicht man eine deutliche Trennung der Feldspatmasse in homogene Bruchstücke mit glatt erscheinender Oberfläche und Zwischenzonen von trüber Lichtdurchlässigkeit, in denen die größeren Bruchstücke wie in einem Netze verfangen sind. Die Zwischenmasse stellt Quetschzonen dar, auf denen die Feldspatsubstanz in verschieden starkem Grade der Zertrümmerung unterlegen ist. Es ist jener Zustand der Kataklase, den man in irdischen Gesteinen als »Mörtelstruktur« bezeichnet. In das feine Feldspatgewebe ist öfter am Rande ein Korn oder Fetzchen von Pyroxen eingequetscht.

Die Entstehung der mehrästigen und klaffenden Spaltennetze und Risse ist einer Zersprengung durch Hitze zuzuschreiben, insbesondere auch dann, wenn die Zwillingslamellen keine Verwerfung erfuhren.

Alle diese Klüfte charakterisieren sich im polarisierten Licht als breite, dunkle Streifen, die gar oft nur allmählich gegen die Feldspatsubstanz abdunkeln. Sie sind zumeist mit Anorthitglas gefüllt und dort, wo die Spalten keine scharfe Grenze zur Feldspatmasse tragen, ist die Füllung der Spalte an Ort und Stelle durch Abschmelzung der Feldspatwände vor sich gegangen. In vielen Krystallen ist ein förmliches Netz von Glasäderchen vorhanden. Die Störungen der Molekularstruktur im Anorthit durch Hitze finden ihren Ausdruck ferner im Auftreten von flackrigen und geflammten Partien, die am besten im polarisierten Lichte zu beobachten sind. Aber selbst im einfachen Lichte geben sich die von der Hitze stark beeinflußten Partien in flimmernden und flammigen Lichtzeichnungen zu erkennen.

Es kommt auch vor, daß die farblose Schmelze auf den Klüften teils krystallinisch körnig und zum Teil glasig erstarrte.

Um sich vor der Verwechslung leerer und glasgefüllter Spalten zu schützen, ist Vorsicht nötig. Die Glasstränge zeigen in der Regel schwach graublaue Polarisationsfarben. Über den Anorthit in den größeren Schmelzfeldern, das sind solche Stellen, wo auf eine weitere Strecke hin der Feldspat zur Schmelzung kam und aus der Schmelze wieder krystallinisch

in einem Körneraggregate erstarrte, ist zu bemerken, daß den Feldspatkörnern jede Spur einer Zwillingslamellierung fehlt, ebenso fehlen ihnen die für alle anderen Feldspate so charakteristischen Zerspaltungen und Klüftungen.

Rhombischer und monokliner Pyroxen. Wenn an den Feldspaten der massigen Gesteinsteile im allgemeinen ein deutliches Bestreben zur Individualisierung zu erkennen ist, die in vielen Fällen auch erreicht wurde, so ist der Pyroxen in seiner Formenentwicklung hinter den Feldspaten stark zurückgeblieben und er hat es nur ganz ausnahmsweise zu einer verkümmerten krystallographischen Abgrenzung gebracht. Bei einem Gesamtüberblick einer Dünnschliffläche erscheint der Pyroxen sowohl in den tuffigen als den massigen Feldern als ein vielfach zerrissenes und zerzaustes Netz, das immerhin in seiner Hauptmasse das Traggerüst für den Anorthit abgibt.

In den ophitischen Partien des Steines herrschen große, nicht idiomorph abgeschlossene Individuen, die von Anorthitleisten in eckige Teile zerschnitten sind und gleiche optische Orientierung zeigen. In den tuffigen Teilen besteht das Pyroxennetz aus einem Aggregate von ganz kleinen bis größeren Körnern und Bruchstückchen. Die Farbe des monoklinen Pyroxens ist in den dünnen Plättchen des Dünnschliffes graulichweiß und wechselt je nach der Beeinflussung durch Hitze von hellbraun und dunkelbraun bis rotbraun. Die überwiegende Mehrheit der Pyroxene trägt monoklinen Krystallbau. An den wenigen und auch dann meist nur partiell von Krystallebenen begrenzten Durchschnitten wurden folgende Formen beobachtet: $a = (100)$, $m = (110)$, $b = (010)$ und einmal die Pyramide $u = (111)$. Die Streckung der Individuen nach der Vertikalachse ist in vielen Fällen ganz bedeutend. Zwillingsbildung nach (100) kehrt besonders an den großen Krystalloiden mit einer gewissen Regelmäßigkeit wieder. Gewöhnlich besteht der Zwilling aus zwei gleichen Zwillingshälften, während die Einschaltung dünner Zwillingslamellen inmitten des Krystalles seltener vorkommt Neben der Zwillingsbildung nach (100) ist eine solche auch nach (001) vorhanden, die in ihrer Wiederholung zur schaligen Zusammensetzung des Individuums führt und im Krystallbau eine typische Erscheinung

ist. In Schnitten parallel (100) und (010) ist die meist breite Lamellierung nach der Basis immer deutlich zu sehen. Viele Krystalle sind als Doppelzwillinge ausgebildet. Die Lamellen nach (001) stoßen dann in einem Zwilling nach (100) in Schnitten parallel (010) an der Zwillingsnaht in einem stumpfen Winkel von 106° zusammen. Die Zwillingsgrenzen nach (100) sind im einfachen Lichte nie zu erkennen, während die Grenzen der Lamellen nach (001) immer als scharfe Striche erscheinen. Dieser Unterschied ist in der verschiedenen Entstehungsweise der Zwillinge begründet.

Außer der Lamellierung nach (001) wurde an wenigen Individuen auch eine breitschalige Zusammensetzung nach (100) beobachtet (Taf. II, Bild 7). Die Lage der optischen Achsenebene und der optische Charakter wurden normal gefunden. Dagegen wurde in einem Schnitte parallel (010) als Maximalauslöschung c gegen γ mit 34° gemessen. Mittels Anwendung des Babinet'schen Kompensators wurde die Doppelbrechung $\gamma - \alpha$ gleich 0·026 gefunden. Einmal wurde auch der Winkel der optischen Achsen gemessen und $2V = 23°$ gefunden. Der kleine Achsenwinkel und die niedrige Auslöschungsstufe stehen mit einem normalen Diopsid nicht in Übereinstimmung.

Die Spaltbarkeit nach dem Prisma von 87° zeigt die gleichen Eigenheiten wie die in den meisten irdischen Augiten, nämlich Reichhaltigkeit, unterbrochenen Verlauf und auch Rauheit der Spaltrisse, denen sich aber mehr als sonst irgendwo ein reichgegliedertes Sprungnetz zugesellt. In Schnitten parallel (010) mit Schalenbildung nach (100) wurden innerhalb der einzelnen Lamellen wenige scharfe Linien beobachtet, die mit den Lamellenkanten einen Winkel von 76° einschließen, eine Winkelgröße, die dem Winkel β entspricht. Die kurzen, scharfen Striche verlaufen demnach parallel der Basis (001). Man darf vermuten, daß in diesen feinen Strichen Zwillingslamellierungen parallel (001) und nicht Spaltrisse vorliegen.

Eine wichtige typische Eigenschaft der Eukritaugite besteht in der Inhomogenität der Krystalle. Die Störungen in der Gleichartigkeit der Substanz beruhen auf zweierlei verschiedenen Ursachen. In dem einen Falle liegt ihr eine Verwachsung

von rhombischem mit monoklinem Pyroxen zugrunde und in einem anderen Falle besteht sie in einer durch Erhitzung hervorgerufenen Molekularveränderung der Randzonen in den Pyroxenkörnern.

Der faserige Zustand der Pyroxene macht sich in den größeren Krystalloiden am auffälligsten bemerkbar und läßt sich in seiner Art und seinem Wesen am besten in Schnitten parallel der Fläche (010) beobachten und beurteilen. Man findet kaum einen Pyroxenschnitt, dessen Substanz nicht äußerst zart und fein gefasert erscheint. Wie schon oben mitgeteilt wurde, zeigen alle Längsschnitte Lamellierung oder Bänderung nach (001). Kein einziges Band ist für sich einheitlich ausgebildet. Jede Lamelle ist feingefasert und die Faserung ist immer auf die einzelne Lamelle beschränkt und nie übergreifend.

Bei Einstellung der Faserung parallel und in 45° Stellung zu den Nikolhauptschnitten zeigt sich eine Sonderung der gefaserten Substanz in Felder mit vorwiegend gerader und vorwiegend stark schiefer Auslöschung. Die rhombisch und monoklin reagierenden Felder mischen sich an den Grenzen innerhalb der Lamelle und gehen ineinander über. Die Mischung der rhombischen und monoklinen Fasern ist aber eine so innige, daß kaum ein absolut rhombisches und ein rein monoklines Pyroxenbündel vorhanden ist. Die sehr reinen monoklinen Streifen nähern sich der Homogenität und die rhombischen sind immer gefasert.

Nur ganz selten findet man ein kleines Feld, das annähernd ein ungestörtes monoklines oder rhombisches Verhalten zeigt. In manchen Krystallen überwiegt die monokline Substanz und in anderen herrschen die rhombischen Fasern. Schätzungsweise läßt sich angeben, daß der rhombische Pyroxen den monoklinen an Menge übertrifft. Wechseln beiderlei Pyroxenfelder ziemlich gleichmäßig miteinander ab, so teilt sich im polarisierten Lichte das ganze Lamellensystem in rhomboidisch begrenzte, verschiedenfarbige Felder, ähnlich der Zeichnung eines Schachbrettes (siehe Taf. II, Bild 8). In einem Schnitte mit ziemlich genauer Parallellage zu der Fläche (010) wurde ein sehr rein rhombisches und monoklines Feld angetroffen. Im

rhombischen Bündel wurde der Austritt der Mittellinie α und im monoklinen Felde der Austritt der optischen Normalen bei Parallelität der Vertikalachsen beobachtet. Hiernach liegt bei Annahme der Aufstellung des rhombischen Pyroxens nach Tschermak eine regelmäßige Verwachsung beider Pyroxene parallel den Querflächen (100//100) vor, die jenem Verwachsungsgesetze entspricht, wie es zwischen rhombischen und monoklinen Pyroxenen sowohl in effusiven als Tiefengesteinen unserer Erde häufig angetroffen wird.

Wir haben gefunden, daß in der Hauptmasse des Pyroxens eine Verwachsung des rhombischen und monoklinen Pyroxens innerhalb des monoklinen Krystallbaues stattgefunden hat, wobei der rhombische Pyroxen den größeren Anteil am Gemenge hat. Was bisher vom Auftreten des rhombischen Pyroxens gesagt wurde, muß aber durch einzelne Beobachtungen ergänzt werden, die uns beweisen, daß der rhombische Pyroxen auch in selbständigen Individuen vorkommt und seine Homogenität nur durch Erscheinen weniger monokliner Lamellen gestört erscheint. Als ziemlich reiner rhombischer Pyroxen lassen sich nur wenige Körner erkennen, so daß ihm als selbständiger Gemengteil eine bescheidene Rolle zufällt. Kein augenfälliges Merkmal kennzeichnet ihn. Im allgemeinen scheint er mehr hellfarbig zu sein als die gemischten und reinen monoklinen Pyroxene. In Krystallmassen, die nahezu vollständig aus rhombischen Pyroxenen bestehen, erscheinen immer wieder Spuren monokliner Fasern und in Schnitten parallel (100) treten im einfachen Lichte dunkle Striche auf, die senkrecht auf den prismatischen Rissen stehen und im polarisierten Lichte sich als monokline Einlagerungen nach (001) zu erkennen geben. In einem Korn, parallel (100) angeschnittten, sah man zwei breite, monokline Lamellen austreten. In Querschnitten wurde zweimal eine Begrenzung angetroffen, die ziemlich genau dem Prisma entsprach. Auf einem solchen prismatisch begrenzten Basalschnitt erschien einmal ein Balken von monoklinem Pyroxen, der inmitten des Querschnittes parallel (100) dem rhombischen Pyroxen eingelagert ist. Die optische Achsenebene des rhombischen Pyroxens liegt parallel der monoklinen Lamelle, was

mit dem Verhalten eines rhombischen Pyroxens übereinstimmt.

In einer Mitteilung, betitelt: »Über einen neuen Bestandteil einiger Meteoriten« berichtet Weinschenk[1] über eine ähnliche Verwachsung zweier Minerale in einem Eukriteinschlusse des Meteoriten von Vaca muerta. Die mitgeteilten Beobachtungen und die Bildskizze lassen keinen Zweifel aufkommen, daß von Weinschenk in Vaca muerta dieselbe Verwachsung von rhombischem und monoklinem Pyroxen beobachtet wurde, wie sie hier im Eukrit von Peramiho auftritt.

Es muß noch die wichtige Beobachtung nachgetragen werden, daß in einem Schnitte aus der Zone 010 : 001 eines gemischten Krystalles der optische Charakter des rhombischen Pyroxens negativ gefunden wurde.

Der rhombische Pyroxen ist hiernach und im Zusammenhalte mit dem chemisch nachgewiesenen großen Eisengehalte der Pyroxensubstanz als Hypersten zu bezeichnen. Der monokline Pyroxen zeigt dagegen bei aller Übereinstimmung der Form mit diopsidischem Augit bemerkenswerte Verschiedenheiten von dem normalen Verhalten der Diopside. Die Unterschiede bestehen in der niedrigen Auslöschungsschiefe und einem kleinen Achsenwinkel. Mit diesen physikalischen Verschiedenheiten zeigt die chemische Zusammensetzung der Pyroxenmasse insoweit Übereinstimmung, als nach den stofflichen Mengenverhältnissen eine normale Verbindung der Diopsidreihe nicht vorhanden sein kann. Alle Umstände weisen darauf hin, daß im monoklinen Pyroxen des Eukrits eine bisher in den tonerdefreien Augiten unbekannte Verbindung vorliegt.

Die auf einer Molekularveränderung der Pyroxenkörner beruhende Inhomogenität ist durch eine partielle Erhitzung des Steines veranlaßt. Manche Pyroxene sind aus dieser Ursache körnig zerklüftet und von den Klüften angeheizt worden. Die Körner sind dann in ihrem Kerne meist noch vollständig homogen, dagegen an den Rändern in ihrem molekularen

[1] Tschermak, Min. petr. Mitt. Bd. XVII, p. 576.

Bestande verändert, was sich durch die niedrigen Polarisationsfarben in den Randzonen zu erkennen gibt.

Von den Einschlüssen in den Pyroxenen müssen zunächst die charakteristischen Einlagerungen besprochen werden, die bei schwacher Vergrößerung vorwiegend in den größeren Individuen, und zwar unabhängig von der Natur des Pyroxens, als dunkle, dichte oder schüttere Tupfen auftreten, ohne geschlossene Abgrenzung gegen die Pyroxensubstanz. Bildlich machen diese Tupfen, die aus vielen winzigen Stäbchen bestehen, den gleichen Eindruck wie die ausgeschiedenen Haufen von Mineralkörnchen inmitten von Pyroxenen und Hornblenden dynamometamorpher Gebirgsarten.

Der Sitz der dunklen, schwammigen Flecken erscheint an keine bestimmte Zone des Pyroxens gebunden. Sie erscheinen einzeln oder mehrfach in einem Individuum. Es kommt auch vor, daß einzelne Teile eines großen zerklüfteten Pyroxens ganz davon erfüllt sind und der ganze Pyroxen wie von einem schwarzen Schleier bedeckt ist, den nur die Klüfte zerschneiden. Man bemerkt schon bei schwacher Vergrößerung, daß eine streifige Anordnung die dunkle Masse beherrscht. Bei starker Vergrößerung sondert sich die dunkle Masse und löst sich in kurze, an den Enden abgerundete Stäbchen auf. Die Substanz der Stäbchen ist tiefbraun gefärbt und zeigt entschieden isotropes Verhalten. Man muß demnach die Stäbchenhaufen als Glaseinschlüsse ansehen. Die Glasstäbchen sind nach zwei Richtungen orientiert. Ein Stäbchensystem liegt parallel der Achse *c* und das andere ist parallel der Fläche (001) gelagert. Beide Systeme geben dann zusammen in einem Haufen eine gitterförmige Anordnung. In seltenen Fällen konnte ich bemerken, daß die Form der Glaseinschlüsse mehr blätterig ist und auch sonst randliche Ausbuchtungen vorkommen. Die Stäbchenformen könnten dann als Querschnitte von Blättern aufgefaßt werden, die in den Ebenen (100) und (001) liegen. Bei der großen Seltenheit ausgesprochener blätteriger Formen, die bei den verschiedenen Durchschnitten sich doch öfters wiederholen müßten, kann man die ungeheure Zahl der Stäbchen nicht als Querschnitte von Blättern auffassen und muß ihnen eine echte Stengelform zuerkennen.

Zuweilen mischen sich zwischen die schmalen, kurzen Stengelchen größere, rechteckige, schwarze Felder, deren Entstehung ich auf das Zusammenfließen mehrerer Stäbchen zurückführe.

Solche kompakte, orientierte Felder, die kein braunes Licht mehr durchlassen, bilden Übergänge zu größeren kompakten, schwarzen Körpern oder Haufen, die isoliert auftreten oder zuweilen in zusammenhängender Masse den Pyroxen erfüllen. An größeren schwarzen, ballenartigen Einschlüssen war manchmal deutlich eine haarige oder wollige Oberfläche zu erkennen, woraus man auf eine Verdichtung von Stäbchen schließen kann. Innerhalb zusammenhängender, aber noch nicht völlig geschlossener netziger, schwarzer Massen ist die Orientierung parallel der Achse *c* und nach (001) zu verfolgen, dieselbe, wie sie sich auch an den isolierten Stäbchen feststellen ließ. In den auf diese Weise zustande gekommenen schwarzen Massen in den Pyroxenen sehe ich verschlackten Pyroxen. Wiederholt ließen sich Schlackenkörner mit einer Kluft in Beziehung bringen. Es kommt kaum vor, daß ein Körnerschwarm nach allen Richtungen des Krystalls verteilt sei, sie sind meist in einem Zuge geordnet. In geeigneten Schnitten läßt sich auch eine Lagerung großer und kleiner schwarzer Körnchen nach den Spaltebenen beobachten. Bei Körnerform ist eine Unterscheidung von Erzkörnchen oder Schlackenkügelchen schon wegen der Kleinheit nicht möglich.

Eine entscheidende Beobachtung, ob nicht viele von den schwarzen Körnchen als Magnetit aufzufassen sind, läßt sich mit dem Mikroskope nicht treffen. Anwesenheit von Kies scheint ausgeschlossen nach der Rolle, die er anderweitig im Steine innehat; es wurde auch nie ein Pünktchen im Pyroxen angetroffen, das sich durch seinen gelben Metallglanz als Kies verraten hätte.

Druckphänomene, wie sie besonders in den Zwillingslamellen der Anorthite zum feinsten Ausschlage kommen, sind an den Pyroxenen nicht so augenfällige Erscheinungen wie an den Anorthiten. Man muß die Druckzeichen im Pyroxen aufsuchen, um sie zu sehen und die Seltenheit von Verwerfungen

und mechanischen Zertrümmerungen in den Pyroxenen macht den Eindruck, als seien diese gegen die Druckwirkungen weniger empfindlich gewesen als der Anorthit, oder der Druck hat seine Auslösung in anderen als den gewöhnlichen kataklastischen Formen gefunden. Echte Kataklase wurde als Verwerfung an Pyroxenleisten beobachtet und als Zertrümmerung größerer Pyroxene, die bis zur Entstehung von Mörtelstruktur führt.

Die Entstehung des letzteren Phänomens, eine Zerquetschung des Pyroxens, illustrierte ein größeres Pyroxenkorn mit verschwommenen Zwillingsbändern nach (001) und Ansiedlungen von Glasstäbchen, das inmitten von Pyroxenbruchstückchen liegt. Das große Mittelkorn zeigt nicht eckige, sondern gerundete Konturen. Die umliegenden Bruchstücke haben sowohl eckige als gerundete Konturen, je nachdem sie von ebenen oder gewölbten Flächen begrenzt sind. Den Kitt der Bruchstücke bildet ein Füllsel von gröberen und ganz feinen Pyroxenkörnchen. Der so zertrümmerte Pyroxen zeigt das treue Abbild einer irdischen Breccie mit knolliger Formung der Bruchstücke und Entstehung pulveriger Füllmasse, wenn eine in sich gepreßte Steinmasse ohne Ausweichen in Trümmer geht.

Bei der von Mügge[1] experimentell festgestellten Tatsache, daß durch Druck in Diopsidkrystallen Zwillingsumlagerungen oder für alle Fälle Absonderungsflächen nach (001) entstehen und da ferner die geologischen Verhältnisse irdischer Gesteine, in denen Pyroxene die Zwillingsbildung nach (001) zeigen, auf die Wahrscheinlichkeit hinweisen, daß hier eine Druckzwillingsbildung vorliege, so werden die an den Pyroxenen des Eukrit in hohem Maße entwickelten Zwillingslagerungen und Absonderungsflächen nach (001) ebenfalls auf Druckwirkungen zurückzuführen sein. Daß der Stein wirklich starken Pressungen ausgesetzt gewesen ist, haben die Kataklaserscheinungen an den Anorthiten und auch am Pyroxen bewiesen. Das

[1] O. Mügge, Über künstliche Zwillingsbildung durch Druck am Antimon, Wismuth und Diopsid. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1886, I, p. 185.

Zusammentreffen der Zwillingsbildung nach (001) an dem Pyroxen in Begleitung von sicheren mechanischen Folgeerscheinungen nach Gebirgsdruck bringt eine Zustandsphase in der Geschichte des Eukritgesteins zu einem bedeutungsvollen Ausdruck.

Magnetkies. Eine Entscheidung, ob der vorhandene Kies als Magnetkies oder Troilit zu bezeichnen ist, könnte nur durch eine chemische Analyse getroffen werden. Der Glanz der auf frischer Bruchfläche bloßgelegten Kieskörnchen ist ein hoher, vollkommener Metallglanz und die Farbe der Kieskörnchen ist hellbronzegelb. Aus der Betrachtung echter Troilite habe ich den Eindruck gewonnen, als zeige dieser für gewöhnlich einen weniger vollkommenen Glanz als die Kieskörnchen im Eukrit. Ich bezeichne daher die Kieskörnchen als Magnetkies. Sein Auftreten ist nach den mikroskopischen Beobachtungen auf die größeren feldspatigen Schmelzherde beschränkt, die gleichzeitig von schwarzen Magnetitkörnern durchsetzt sind.

Die Dimensionen der Kiesausscheidungen und deren Formen sind sehr verschieden. Sie tragen meist zackige Ausbildung und selbst die kleinsten Körner tragen mehr fetzige als rundum abgeschlossene Kugelformen. Im reflektierten Lichte glitzern die Kiesflächen, was auf eine Zusammensetzung der größeren Kiesmassen aus sehr feinen Kieskörnchen hindeutet. An den meisten Kiesfetzen haftet Magnetit und vielfach umhüllt er dieselben. Niemals umschließt Kies den Magnetit. Aus der Beschränkung des Kieses auf umgeschmolzene Gesteinspartien ist zu schließen, daß er eine Neubildung ist, deren Entstehung von außen angeregt wurde und er gewiß nicht als ein Urbestandteil des Eukriten zu betrachten ist. In ähnlichen Formen erscheint der Magnetkies z. B. im Steine von Zavid. Hier ist er aber durch die ganze Steinmasse verbreitet, was damit zu erklären wäre, daß die Steinmasse gänzlich der Umschmelzung unterlag. Von diesem Gesichtspunkte aus gewinnt die Kiesführung in den Meteorsteinen eine wichtige genetische Bedeutung.

Magnetit. Kleine, pechschwarze Erzpartikel von eckigen bis zackigen Formen ohne jede Annäherung zu Krystallformen, die zuweilen auch zu größeren Aggregaten zusammentreten,

lassen in ihren kompakteren Teilen im auffallenden Licht einen sehr schwachen Metallglanz erkennen. Da in keinem Falle, auch nicht an Rändern der Körner Lichtdurchlässigkeit von brauner Farbe beobachtet wurde, so halte ich die eckigen, schwarzen Erzkörner für Magnetit und nicht für Chromit, auf dessen Anwesenheit man die bei der Analyse gefundenen Chromitspuren deuten könnte. Die Magnetitkörner treten gerne schwarmartig auf, sie begleiten in ihrer Hauptmasse die geschmolzenen Feldspatpartien und sind hier gerne mit Magnetkies verwachsen. Überall dort, wo der Pyroxen in Mitleidenschaft gezogen wird, bedeckt er ihn. Schwarze Körner erscheinen auch als Einschluß in den Pyroxenen. In Pyroxenen auftretende gerundete Körner mit glatter Oberfläche halte ich für dunkles, undurchsichtiges Glas und nicht für Magnetit.

Petrographische Beschaffenheit.

Als wesentliche Gemengteile des Eukrits haben wir den Anorthit und rhombischen und monoklinen Pyroxen kennen gelernt. Man sollte erwarten, daß aus der Verbindungsweise der genannten Komponenten irgendwie ein Gesteinsgewebe resultiert, das der gesamten Eukritmasse als ein bestimmter petrographischer Formentypus zukäme. Diese Voraussetzung trifft in keiner Weise zu. Es fehlt der Eukritmasse ein homogenes Gefüge. An ihrer Zusammensetzung beteiligen sich vielmehr verschiedenerlei Gesteinsformen, die ein recht wechselndes und vielfach selbst in ihren Einzelheiten nicht immer ein scharfgeprägtes Gesteinsbild liefern. Man kann kurzweg von einer zusammengesetzten Struktur des Eukrits sprechen. Aus den mikroskopischen Beobachtungen ergibt sich vorerst eine Unterscheidung der Eukritmasse in Gesteinsteile mit massiger und solcher mit Trümmerstruktur. Sowohl die massigen als die tuffigen Gesteinspartien haben dann Veränderungen erlitten, die durch Druck und Erhitzung veranlaßt wurden. Insoweit als die massigen und tuffigen Gesteinsformen jetzt im Stein erhalten sind, müssen wir sie als Reststrukturen auffassen, die aus der unveränderten Eukritmasse in den neuen Zustand herübergebracht wurden.

Die Auseinandersonderung der verschiedenen Gesteinsteile läßt sich unter Anwendung einiger Einschränkung leicht erreichen, wenn man die vielfach vorhandenen, mit kohlschwarzer Schmelzmasse oder schwach braun gefärbtem Glase gefüllten Klüfte als Leitlinien benützt. In vielen Fällen, aber durchaus nicht immer, bilden nämlich diese schwarzen oder glasigen Adern die Grenzscheide zwischen zwei verschieden ausgebildeten Gesteinspartien oder solchen gleicher Art. Im ersten Falle trennen sie tuffige von massig ausgebildeten Partien und im zweiten Falle teilen sie massige oder tuffige in mehrere gleichartige oder selbständige Gesteinsfelder.

Es mögen zuerst jene Gesteinsteile kurz charakterisiert werden, deren Ausbildung direkt auf die Auskrystallisierung aus dem magmatischen Zustande zurückzuführen ist. Es sind dies jene Partien, in denen zwischen dem Pyroxen und dem Anorthit jene Gewebeform zustande kam, die man heute gewöhnlich als ophitische Struktur bezeichnet. Die annähernd idiomorph ausgebildeten, in Schnitten, tafel- und leistenförmig erscheinenden und nach allen Richtungen sich kreuzenden Anorthitindividuen, sind durch größere, nicht idiomorph begrenzte Pyroxenindividuen so verkittet, daß diese im Durchschnitte von den Anorthitleisten in eckige Teile zertrennt erscheinen und die Pyroxene wie zerhackt aussehen. Dieses ophitische Verbandsverhältnis zwischen Pyroxen und Anorthit ist geradezu in typischer Form entwickelt und deckt sich vollkommen mit der ophitischen Ausbildung in den irdischen Diabasen und Doleriten (siehe Taf. II, Bild 2).

Neben den Gesteinsbrocken mit typisch ophitischer Ausbildung beteiligen sich auch Brocken mit echter Trümmerstruktur an der Zusammensetzung des Eukrits. Man kann das Haufwerk von Pyroxen und Anorthitbruchstücken als einen echten Krystalltuff, respektive als eine Breccie bezeichnen (Taf. II, Bild 3).

Der klastische Charakter wird diesen Gesteinsteilen am deutlichsten durch die Bruchstückformen der Anorthite aufgedrückt. Im allgemeinen tragen die Bruchstücke der Anorthite mehr die Gestalt abgerundeter Bröckchen als jene scharfkantiger Splitter. Der andere Gemengteil, der Pyroxen, erscheint

als Zwischenmasse oder als Träger der Anorthitbruchstücke. Der Pyroxen überwiegt an Masse den Anorthit. In den mehr geschlossen auftretenden, netzartig verzweigten Pyroxenmassen ist der klastische Charakter wenig ausgeprägt, obwohl manche Körner eine ausgesprochene Bruchstückform tragen. Im ganzen zeigen die Pyroxene doch mehr Körnerform. Dieser unentschiedene zweideutige Ausdruck im Trümmercharakter, den auch viele Anorthite bei schärferer Beobachtung zur Schau tragen, wird nur selbstverständlich, wenn man eine weitgehende Umschmelzung des Tuffes annimmt. Ein solcher Vorgang läßt sich aus folgenden Umständen ableiten. Recht viele Anorthite der tuffigen Parzellen haben keine Bruchstückform und selbst dort, wo diese gewahrt erscheint, erweist sie sich nur als eine scheinbare. Man findet nämlich viele Anorthite, und zwar ganze Individuen, die keine Eigenform und dafür ihre Umgrenzung von den umgebenden Pyroxenen aufgezwungen erhalten haben. Der Anorthit folgt genau den Spuren der Pyroxenränder, deren konkaven und konvexen Bogen und dringt fühlerartig in deren schmale Buchten.

Solche weitgehende Anschmiegung der Anorthite an die Pyroxenränder läßt sich selbst an Anorthiten mit ausgesprochener Bruchstückform beobachten. Es fällt diese Formenanpassung der Feldspate umso mehr auf, als in den ophitischen Teilen gerade die Feldspate die vollkommenere Form zeigen. Derartige Verbandsverhältnisse, die mehr oder weniger deutlich, aber allgemein vorhanden sind, lassen sich in einer Breccie oder einem Tuffe nur durch eine Stoffumlagerung erklären, die in diesem Falle durch Schmelzung der Anorthitsubstanz und deren Wiederkrystallisierung an Ort und Stelle vor sich gegangen ist. Mit der Umschmelzung der Anorthite steht im engsten Zusammenhange die mehr oder weniger reiche Anfüllung der Anorthite mit Pyroxeneinschlüssen. Es wurde schon bei der Besprechung des Anorthits als Mineralgemengteil hervorgehoben, daß die Verteilung der Pyroxeneinschlüsse in Anorthiten eine höchst ungleichmäßige ist, und zwar sehr verschieden in einzelnen Gesteinspartien, wie im einzelnen Feldspatindividuum selbst. Alle unsere Erfahrungen bei magmatischen Gesteinsbildungen widersprechen der scheinbaren

Gesetzlosigkeit im Auftreten der Pyroxeneinschlüsse. Starke Anhäufungen oder das fast gänzliche Fehlen der Einschlüsse in den Anorthiten zeigen uns an, daß beim Ausscheiden der Einschlüsse an einem Orte des Steines, im gleichen Augenblicke an einer anderen Stelle des Steines die Gelegenheit dazu fehlte.

Die Aufnahme der Einschlüsse und die Bedingungen zu deren Lieferung war an lokale Vorgänge gebunden. Das örtlich wirkende Agens besteht auch in diesem Falle in der Schmelzung, die nicht alle Gesteinsteile gleich stark ergriffen und umgewandelt hat. Die Ursachen beider Erscheinungen, die allotriomorphe Form der Anorthite im Tuffe und die lokale Verteilung der Pyroxeneinschlüsse in den Feldspaten fallen zusammen. Beide Erscheinungen sind in der Umschmelzung begründet. Auch an den Pyroxenen sind aber die Spuren starker Erhitzung kenntlich geblieben. Wo Pyroxene von der Erhitzung stark alteriert erscheinen, was sich häufig in unscharfen Grenzen und Zerteilung in Körner kundgibt, sind die benachbarten Feldspate stark mit Pyroxen beladen. Vielfach zeigen die Pyroxengrenzen weiche, geflossene Formen in der Nachbarschaft zu den Einschlußfeldspaten und es muß hier an eine Abschmelzung der Oberflächenschicht gedacht werden. Die aus farblosen Stäbchen und Körnchen bestehenden Pyroxeneinschlüsse sind aus Pyroxenschmelze regenerierte Pyroxene.

In der Entwicklungsphase des Steines, wo es zur Umkrystallisierung der meisten Feldspate und in ihnen zur Ausscheidung von Pyroxeneinschlüssen kam, wurden alle Gesteinsgemengteile von der Erhitzung betroffen, aber die festeren massigen Teile davon weniger berührt als das mehr lockere Krystallhaufwerk. Stellenweise scheint auch Bewegung in die Masse gekommen zu sein. An tuffige Teile schließen sich nämlich größere Feldspatpartien, in denen gerundete Pyroxenkörner und zackige Pyroxenkomplexe schwimmend in die Schmelzmasse des Anorthits geraten sind. Bemerkenswert erscheint es mir, daß der Anorthit an diesen Stellen mehrfach nicht in größeren Individuen auskrystallisiert ist, sondern in kleinen Körnern, die nach Art der Albite und Quarze in den

Gneisen sich buchtig ineinander verhacken. Die Tatsache erscheint umso beachtenswerter, als in beiden Fällen, hier geradeso wie in den Gneisen, eine Um- und Neubildung der Gemengteile zu der genannten Strukturform führt. Man kann also auch die cylopischen Strukturfelder im Eukrit als Merkmale für die Umkrystallisierung des Anorthit aufführen.

Eine Beteiligung der gesamten Pyroxenmasse an der Schmelzung in dieser Periode des Steines läßt sich nicht sicher beweisen.

Die großen Pyroxenkrystalle und deren Aggregate lassen in ihrer Gestalt keine Anzeichen einer Umschmelzung und Umkrystallisierung erkennen. Aus einer Schmelze, in die alle Pyroxene und Anorthite gleichmäßig einbezogen wurden, müßte bei der Erstarrung ein mehr gleichartiges und gewiß ein anderes Gefüge als das vorhandene resultieren. Als eine auffällige Erscheinung an den Pyroxenen ist aber die innige und orientierte Verwachsung rhombischen und monoklinen Pyroxens insbesonders in den großen Krystallen zu bezeichnen. Die Vermutung, daß diese Art des Zusammenauftretens beider Pyroxene unter dem Einflusse starker Erhitzung nach einem uns noch unbekannten Vorgange zustande kam, wird man nicht von vorneherein ablehnen dürfen.

Über Umwachsungen von rhombischem durch monoklinen Augit im Basalte von Burgwald berichtet Schwantke und kommt zu der Ansicht, daß der verschlackte, nach (100) verzwillingte Augit durch Umschmelzung aus Enstatit entstanden ist. Auch Lacroix hat die Beobachtung gemacht, daß in Einschlüssen vulkanischer Gesteine, wo rhombischer Pyroxen geschmolzen ist, aus dessen Glas monokliner Augit krystallisierte, welcher mit dem rhombischen orientiert verwachsen ist.

Es ist durch diese Beobachtungen also erwiesen, daß geschmolzener rhombischer Pyroxen als monokliner Pyroxen krystallisierte. Ich bin der Ansicht, daß die Faserung der Pyroxene in dem Eukrit und vor allem das Erscheinen von schachbrettartigen Feldern eher mit sekundären Umwandlungserscheinungen in Übereinstimmung zu bringen ist als mit der Annahme von einer direkten Auskrystallisierung aus dem Magma.

Als letzte für unser Auge noch durchsichtige Unterlage des Steines ist uns also ein Gemenge von ophitischen und tuffigen Brocken gegeben. Da die Grenzen zwischen den zweierlei Gesteinsteilen im jetzigen Zustande nicht mehr scharf sind und, insoweit sie kenntlich sind, mehr geradlinige als gerundete Konturen besitzen, so möchte ich dem Eukrit eher den Charakter einer Reibungsbreccie als einer aus Tuffknollen zusammengesetzten Masse zuschreiben. Soweit nun die massigen und trümmerigen Teile des Steines durch Schmelzung der Anorthite — und partiell auch des Pyroxens — eine Änderung ihres ursprünglichen Zustandes erfuhren, die langsam und ruhig verlaufen sein muß, hat mit Abschluß dieses Aktes ein neuer Abschnitt in der Geschichte des Steines begonnen.

Bei der Beschreibung der Anorthite und Pyroxene habe ich auf die zahlreichen Kataklasspuren hingewiesen, die als natürliche Folge starker Pressungen in der Steinmasse auftreten und es als wahrscheinlich hingestellt, daß auch die Zwillingsbildungen der Pyroxene parallel (001) nach analogen irdischen Vorkommnissen mit dynamometamorphen Vorgängen in Zusammenhang gebracht werden können. Für die Aufstellung der Reihenfolge der Zustandsänderungen des Steines ist es nun wichtig, die Tatsache festzustellen, daß die Verwerfungen der Anorthitzwillingslamellen in zahlreichen Fällen auch in den mit Pyroxeneinschlüssen angefüllten Anorthiten vorhanden sind und Verwerfungen auch an Feldspatstückchen der Tuffmassen vorkommen. Die vorhandene Kataklase ist also nach der ersten Schmelzperiode eingetreten. Alle diese Umstände müssen dahin gedeutet werden, daß die ursprünglich bestandene Breccie im anstehenden Fels einer ruhig vor sich gehenden Einschmelzung verfiel und erst später Pressungen ausgesetzt wurde.

Außer der ersten erweislichen Einschmelzung, die für den Stein eine Restitutio in integrum bedeutete, da das rohe Gefüge des Steines im vorigen Stande verblieb — und der Periode der mechanischen Einwirkungen, hat der Stein noch eine dritte Entwicklungsphase durchgemacht, in der der Stein einer zweiten partiellen Umschmelzung verfiel. Die Veränderungen, die der Stein in dieser Periode in seinem Bestande erlitten hat,

tragen gegenüber der ersten Schmelzperiode nichts mehr Verborgenes an sich. Das Auftreten von Glas läßt die Schmelzvorgänge nicht mehr fremdartig erscheinen. Die bei der zweiten Anschmelzung vorhandenen Umstände waren entschieden ganz andere als bei der ersten. Dort sehen wir eine vollständige Rekrystallisierung der geschmolzenen Teile vor sich gehen, während hier der Schmelzvorgang sich mehr in den Anfangsstadien befindet und vorzeitig unterbrochen worden ist. In dieser Periode ist nur Anorthit einer vollständigen Umschmelzung anheimgefallen. Wo dies in größeren Partien geschehen ist, ist der Feldspat in körnigen Aggregaten wieder krystallisiert oder in beschränkteren Partien als Glas erstarrt. Im ersteren Falle nimmt er mehrfach breite Zwickel im Gestein ein, die charakteristischerweise an den Rand des Steines gerückt erscheinen (Taf. II, Bilder 1 und 4). Das gekörnte Anorthitfeld ist breit am Rande, verjüngt sich nach innen und drängt sich vielfach verzweigend zwischen die nächsten Einschlußfeldspate und Pyroxene. In keinem einzigen Feldspatkorne wurde eine Verzwilligung wahrgenommen. Die Lichtbrechung der rekrystallisierten Körner ist schwächer als in den Einschlußfeldspaten. Als typische Begleiter dieser Feldspatpartien erscheinen Erzkörner in meist fetzigen Formen, zuweilen gehäuft zu zackigen Gebilden. Es sind zweierlei Erze. Ein Teil der Körner gibt bei Abblendung des Lichtes einen gelben und der andere einen schwachen, blaugrauen, metallischen Reflex. Die gelben Körner sind Magnetkies und die schwarzen Magnetit. Beiderlei Erzkörner mit den zerzausten und verzerrten Gestalten sind mit Ausnahme des Magnetit an die geschmolzenen Feldspatfelder gebunden und haben für diese eine typische Bedeutung. Der Magnetkies ist auf die größeren, mehr randlichen Schmelzherde beschränkt, während der Magnetit auch in allen kleineren, mehr im Innern gelegenen Schmelztümpeln steckt.

Von den größeren Schmelzherden aus sind die benachbarten Pyroxene und Einschlußfeldspate in Mitleidenschaft gezogen worden. Die Pyroxene werden zunächst durch Erhitzung stark rissig, am Rande zeigt sich Abbröckelung und der Feldspat dringt in Buchten und Kanälen in den Pyroxen ein. Die abgetrennten formlosen Pyroxenbröckchen geraten in

die Feldspatmasse und werden von ihr eingeschlossen. In vollkommener Weise haben viele der Schmelzung nicht verfallene Einschlußfeldspate ihren Bestand innerhalb des Schmelzherdes bewahrt. Es finden sich aber auch viele von der Schmelzung ergriffene Feldspate darin, die ganz zernagt und bis zu Skelettresten deformiert sind. Auf Klüften und Sprüngen, die sich bis zum feinsten Geäder verästeln, durchsetzt geschmolzener Feldspat die Einschlußfeldspate. Der Gesamtanblick eines größeren Schmelzherdes bietet ein Bild der Zerrissenheit, als hätten die Gemengteile bei der Verfestigung nicht Zeit gefunden, sich auch nur mit dem Scheine einer Ordnung an Ort und Stelle zu bringen. Schmelztümpel von geringem Umfange mit stetiger Erzführung erscheinen ganz gleichartig in massigen und in tuffigen Teilen. Interessant ist die Variation, wo ein größerer Pyroxen sich in einen Haufen gerundeter, kleiner Körner auflöst, mit geschmolzenem Feldspat als Zwischenmasse. Man meint in diesem Strukturbild inmitten des Eukrits das Stück eines Chondriten zu sehen, in denen ja ähnliche Bildungen gewöhnlich sind.

Bei der Entstehung größerer regenerierter Gesteinsteile konnte die übrige Steinmasse nicht unbeeinflußt bleiben. Man kann denn auch von den feinsten Schmelzäderchen bis zu den größeren Schmelzadern Übergänge beobachten. Wenn an einer Stelle Schmelzung bis zum Fluß eintrat, befand sich eine andere Region des Steines mehr im Zustande der Sinterung. An solchen Punkten sieht man eine allgemeine Dissolution des Gemenges sich vorbereiten. Die Klüftung der Pyroxene erreicht ihren Höhenpunkt und führt zu einer weitgehenden Körnung. In den größeren Körnern sind die Kluftnetze mit dunklem Glas gefüllt, von denen Verästelungen ausgehen. Die Ränder werden zausig und verfließen im Feldspat. Die feinsten Körnchen treten in das Gewebe mit regeneriertem, feingekörnten Feldspat und die ganze in den Schmelzbereich einbezogene Masse bedeckt sich mit Magnetitkörnern, unter denen Magnetkies in dieser Umgebung nie beobachtet wurde. Manche Pyroxene überziehen sich mit einer dunklen Wolke, die ihre Entstehung aus der Vermehrung der im Pyroxen eingeschlossenen Glasstäbchen nimmt. Bei der Anfüllung des Pyroxens mit diesen

Glasstäbchen geht das Auftreten schwarzer Körner Hand in Hand. Die Körner sind klein und ist ein metallischer Reflex an ihnen nicht zu beobachten. Ich halte die Körner für verschlackten Pyroxen. In einem Falle war an einem solchen scheinbar kompakten, geballten Einschlusse deutlich eine borstige Oberfläche zu erkennen. Das Gebilde läßt sich als ein dichtes Gewebe der mikroskopischen Glasstäbchen auffassen. Als Schlackenkörner möchte ich auch die Einschlüsse bezeichnen, die z. B. auf einem Spalte im Pyroxen sitzen. Der Spalt ist schief angeschnitten und beim Heben und Senken des Tubus erscheint die ganze Ebene mit schwarzen Körnern besetzt, von denen die kleinen braun durchscheinen und die größeren kein Licht durchlassen und schwarz bleiben. In einem Pyroxenkrystalle ging die Verschlackung nach dessen regelmäßigen Durchgängen vor sich und entwickelte sich von den Spaltrissen aus zu dicken, schwarzen Streifen.

In die zweite Schmelzperiode ist auch die randliche Molekularveränderung der Pyroxene zu verlegen.

Die in Umschmelzung begriffenen, durch Erze und Schlacke besetzten Gesteinspartien entsprechen den auf dem frischen Bruche dunkelgrau gefärbten Gesteinszonen.

Es wurde schon im Eingange dieses Abschnittes des Auftretens von schwarzen und deutlich glasigen Adern Erwähnung getan, die mehrfach als Grenzscheide verschieden struierter Gesteinsstücke erscheinen oder ein scheinbar homogenes Gesteinsfeld in zwei miteinander nicht korrespondierende Hälften teilen. Diese Tatsache beweist zunächst, daß viele Adern die Fugen zwischen den einzelnen Gesteinsteilen ausfüllen. Die Rolle als Füllmaterial kann aber nicht dem ganzen Adernnetz zugeschrieben werden. Vorwaltend und am stärksten sind die schwarzen Adern entwickelt. Verfolgt man das Geäder in seinem Verlaufe nach der Verteilung und nach seiner Ausbildungsweise, so gewinnt man den Eindruck, daß die Adern durchwegs ein inmitten des Steines entstandenes Schmelzprodukt sind. Stärkere Adern, aber nicht alle, sieht man für gewöhnlich am Rande des Steines in der Schmelzrinde auslaufen. Zwischen der Oberflächenschmelze und den Adern läßt sich aber keine Beziehung herstellen. Viele Adern

verjüngen sich sogar gegen den Rand und stimmen auch substantiell mit der Oberflächenschmelze nicht überein. An einer Berührungsstelle beider war die Ader ganz schwarz und die Rindenschmelze braun gefärbt. Gegen die Zufuhr der schwarzen Schmelze von außen sprechen noch folgende Beobachtungen. Eine starke Ader mit schwarzer Schmelze (Schlacke) setzt plötzlich ab und lauft als Ader mit brauner Substanz fort. An den Saalbändern vieler Adern bemerkt man ferner eine Entfärbung der Substanz gegen den benachbarten Pyroxen. Man sieht dann keine scharfe Trennung zwischen beiden, sondern entlang ihrer Berührungsebene kurze Schmelzfädchen, ähnlich feinen Würzelchen, in den Pyroxen eindringen. Die Adern bilden durchaus keine glatten Maschen im Netze. Häufig erleiden sie eine Zertrümmerung. Die Ader tritt an einen Pyroxenkomplex heran, zerschlägt sich in demselben und setzt auf der anderen Seite fort. Hauptadern senden Apophysen aus oder teilen sich auch in zwei Parallelarme mit Quersprossen und umschließen Gesteinsmasse. Kleine Adern setzen auch ganz selbständig in der Masse auf, ohne Verbindung zu großen Adern oder nach außen.

Äußerst lehrreich und für die Natur der Adern bestimmend ist der Substanzwechsel in derselben Ader. Eine schmale, schwarze Ader läßt sich auf weitere Strecken verfolgen, plötzlich bricht der Strich an einem querliegenden Feldspat ab und setzt jenseits seine Richtung fort. Die Unterbrechung der Ader ist aber nur eine scheinbare, denn innerhalb des Feldspates ist die Ader nicht unterbrochen und ihre Kontinuität durch weißes Anorthitglas hergestellt. Alle genannten Erscheinungen weisen darauf hin, daß die Adern innerhalb der Steinmasse durch Erhitzung entstanden sind. Zur gleichen Ansicht, daß die feinen, schwarzen Klüfte in den Chondriten nicht von der Rinde ausgefüllt wurden, ist schon G. v. Rath und später Tschermak gekommen. Gegenüber den schwarzen Adern ist die Menge der weißen Adern gering. Sie sind nur innerhalb der Feldspate vorhanden. Gewöhnlich ist es etwas bräunlich gefärbt. Es unterliegt keinem Zweifel, daß ebenso wie die weißen Adern Anorthitglas, die schwarzen Adern Schmelzmasse der Pyroxene sind. Wo die schwarze Masse

dünne Stellen zeigt, kann man deutlich Pyroxenreste als Unterlage erkennen. In der Hauptmasse wird sich jedoch auch an den schwarzen Adern Feldspatglas beteiligen, dessen Schwarzfärbung bei der hohen Eisenhältigkeit der Pyroxene schon durch eine kleine Beimengung von Pyroxenschmelze erreicht werden muß.

Chemische Zusammensetzung.

Auf meine Bitte hin hat Herr Hofrat E. Ludwig mit großer Bereitwilligkeit die Ausführung der Analyse des Eukrits persönlich übernommen, wofür ich demselben zu vielem Danke verpflichtet bleibe.

Die Resultate der Totalanalyse wurden aus folgenden Bestimmungen erhalten:

I. 1·0092 *g* der Substanz, mit kohlensaurem Natriumkalium aufgeschlossen, gaben 0·4977 *g* SiO_2, 0·2316 *g* Fe_2O_3, 0·1134 *g* Al_2O_3, 0·1094 g CaO, 0·1993 *g* $P_2O_7Mg_2$ und 0·0042 *g* TiO_2.

II. 0·9860 *g* der Substanz gaben 0·0114 *g* $KCl+NaCl$, ferner bei der Trennung mit Platinchlorid 0·0127 *g* K_2PlCl_6.

III. 0·5492 *g* der Substanz mit Salpetersäure oxydiert, ergaben 0·0090 *g* $BaSO_4$, entsprechend 0·00124 *g* S.

Das Eisen ist vollständig als Oxydul vorhanden.

Aus diesen analytischen Daten erhält man bei Berechnung der prozentischen Mengen der einzelnen Bestandteile folgende Zusammensetzung für den Eukrit:

I.	SiO_2	49·32%
	TiO_2	0·42
	Al_2O_3	11·24
	CaO	10·84
	MgO	7·15
	FeO	20·65
	K_2O	0·25
	Na_2O	0·40
	S	0·23
	Summe...	100·50%
	Dem S-Gehalt entsprechende O-Menge.	0·12
		100·38%

Qualitativ wurden Spuren von Mangan und Chrom nachgewiesen.

Zur Bestimmung des Volumgewichtes verwendete ich ein Gesteinsbröckchen im Gewichte von 0·5700 *g* und fand es zu 3·081.

Die Resultate der Analyse von Peramiho zeigen mit jenen bei den übrigen Eukriten gefundenen, ausgenommen Shergotty eine gute Übereinstimmung, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

	Juvenas Rammelsberg	Petersburg Smith	Stannern Rammelsberg	Shergotty Lumpe, Tschermak	Peramiho Ludwig
SiO_2	48·33	49·21	48·30	50·21	49·32
TiO_2	0·10	—	—	—	0·42
Al_2O_3......	12·55	11·05	12·65	5·90	11·24
Fe_2O_3	1·21	—	—	—	—
CaO... ..	10·23	9·01	11·27	10·41	10·84
MgO	6·44	8·13	6·87	10·00	7·15
FeO	19·48	20·41	19·32	17·59	20·65
K_2O	0·12	—	0·23	0·57	0·25
Na_2O	0·63	0·83	0·62	1·28	0·40
Fe.... 0·16 S..... 0·09	} 0·25	Fe 0·50 S 0·06	Chromit: 0·54	Magnetit: 4·27	S 0·29
FeO.. 0·92 Cl_2O_3. 0·43	} 1·35	Mn 0·04	Mno 0·81		
P_2O_5.......	0·28				
	100·97	99·24	100·61	100·53	100·50
Spez. Gew. .	3·09–3·11	3·28	3·01—3·17	3·277	3·081

Die erheblichen Abweichungen in der Analyse von Shergotty beruhen auf der Anwesenheit eines labradoritischen statt anorthitischen Feldspates.

Bei dem Versuche, die chemischen Bestandteile des Eukrits auf die mineralogisch nachgewiesenen Gemengteile zu verrechnen, wurden die geringen Mengen von Schwefel und Titansäure unberücksichtigt gelassen. Es ist gar kein Anhaltspunkt dafür gegeben, ob die Titansäure als Vertreterin von Kieselsäure im Pyroxen steckt oder als Erzgemengteil vorhanden ist. Die Schwefelmenge wäre auf Magnetkies zu berechnen. Auch hiebei begegnet man Schwierigkeiten, da die Zusammensetzung des Magnetkieses verschieden angegeben wird. Beide Gemengteile wurden deswegen proportional auf die übrigen Gemengteile verteilt und wegen weiterer Vereinfachung der Berechnungen auch der Kaliumgehalt auf Natrium verrechnet. Die so erhaltene Analysensumme wurde auf 100 reduziert und ist unter II zusammengestellt.

II.	SiO_2	49·46%
	TiO_2	—
	Al_2O_3	11·27
	CaO	10·85
	MgO	7·15
	FeO	20·71
	K_2O	—
	Na_2O	0·56
	S	—
		100·00%

Macht man die Annahme, daß der ganze Tonerde- und Alkaligehalt im Feldspate gebunden ist, wozu uns in diesem Falle die Erfahrung berechtigt und auch die mineralogischen Beobachtungen nicht dagegen sprechen, so zerfällt die Analyse in einen feldspatigen und einen pyroxenischen Anteil.

Aus der Rechnung ergibt sich ein Mengenverhältnis von 29·80% Feldspat und 70·20% Pyroxen.

Der Feldspat entspricht dem Mischungsverhältnisse Ab_2An_{11}, das ist ein hart an der Grenze zwischen Bytownit